

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN *Pat. 5*

(11)Publication number : 10-123467

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

G02C 7/06

(21)Application number : 08-297654

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 18.10.1996

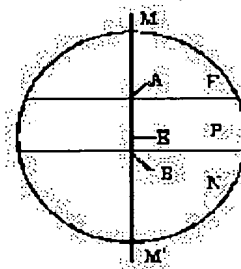
(72)Inventor : UENO YASUNORI
YANARI MITSUHIRO
TAKAHASHI FUMIO

(54) PROGRESSIVE MULTIFOCUS LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the progressive multifocus lens by which a person, whose eye adjusting capability is greatly reduced, continuously and enjoyably watches nearby objects for a long time.

SOLUTION: A nearby watching section N, a specific watching section F and an intermediate watching section P are provided along a main meridian curve MM'. A nearby section center B is separated toward the bottom from a nearby eye point E for 2 to 8mm along the curve MM'. The lateral cross section shapes of the refractive surfaces in the section N, F and P are non-circular shapes and the values of the lateral directional curvatures are varied as the more away from the crossing points with the main meridian curve along the lateral cross section curve.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

[JP,10-123467,A]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The ***** reform field which has the field refractive power corresponding to a close-range view along with the main meridian curve which divides a lens refracting interface into a nose side field and an ear side field Field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view It is the progressive multifocal lens equipped with the above, and it is characterized by to be the un-circular configuration which increases after the value of longitudinal direction curvature decreases as the field where the cross-section configuration on the front face of refraction turns into a circular configuration mostly exists and the cross-section configuration on the front face of refraction keeps away from an intersection with the aforementioned main meridian curve along with a cross-section curve in the lower part of the lower part of the aforementioned progressive field to the aforementioned ***** reform field.

[Claim 2] The position which the value of longitudinal direction curvature changes from reduction to an increase from the lower part of the aforementioned progressive field in the lower part of the aforementioned ***** reform field is a progressive multifocal lens according to claim 1 characterized by having separated only $4W/5$ from $W/2$ in the longitudinal direction from an intersection with the aforementioned main meridian curve when the radius of the aforementioned progressive multifocal lens is set to W .

[Claim 3] It is the progressive multi-focal lens according to claim 1 or 2 characterized by the percentage reduction and the rate of increase of longitudinal direction curvature decreasing toward the upper part to the lower part in the lower part from the upper part of the aforementioned ***** reform field.

[Claim 4] It is $K < C < (Ad + K)$, when the field refractive power C of the longitudinal direction in the field distant from the aforementioned main meridian curve to the longitudinal direction sets surface refractive power in the center of the aforementioned specific viewing-distance reform field to K (diopter) in the aforementioned ***** reform field from the center section of the aforementioned progressive field and the degree of subscription is set to Ad (diopter). (1)

A progressive multi-focal lens given in the claim 1 characterized by satisfying *****, or any 1 term of 3.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the progressive multifocal lens used as assistance of the accommodation-of-eye force.

[0002]

[Description of the Prior Art] The single focal lens, the bifocal lens, the progressive multifocal lens, etc. are used for reform of a presbyopia. Especially a progressive multifocal lens needs neither the substitute of spectacles, nor ** outside credit in the time of ***** and ***** also in these lenses. Moreover, a progressive multifocal lens does not have a boundary line like a bifocal lens in appearance. Therefore, the need over a progressive multifocal lens is increasing considerably.

[0003] A progressive multifocal lens is a spectacle lens for assistance of the regulation force when the accommodation-of-eye force declines and ***** becomes difficult. Generally, in the progressive multifocal lens, it has the ***** reform field (henceforth a "distance point") in which it is located up at the time of wearing, the downward ***** reform field (henceforth a "reading point"), and the progressive field (henceforth "pars intermedia") where refractive power changes continuously among both fields. In addition, in this invention, the "upper part", a "lower part", level ["level"], a "vertical", etc. show the physical relationship in the lens at the time of wearing. Moreover, the difference of the frequency for ** and the frequency for ** is called degree of subscription.

[0004] if a clear vision zone (the astigmatic difference is the range of 0.5 or less diopter) is widely secured in a distance point and a reading point and the meantime is generally connected with a progressive field (progressive band) in a progressive multifocal lens -- the side of the progressive band -- lens aberration comes to concentrate on a field consequently -- especially, the side of a progressive band -- a field -- setting -- the distortion of poor image formation (dotage of an image) and an image -- generating -- such a field -- a visual axis -- shaking (it being made to move) -- distortion of an image will be perceived by the wearing person as a shake of an image, and it will have bad unpleasant sensibility of a feeling of wearing

[0005] In order to solve the technical problem of such a visual-sense property, in the well-known progressive multifocal lens, the design and evaluation based on various viewpoints are made. It is used as the datum line for the nodal line (the main meridian curve) of the cross section along the meridian of a lens side to which a center is applied caudad and which runs it perpendicularly from the upper part mostly, and a body side lens side expressing specifications, such as the degree of subscription of a lens, about the configuration of a lens side, and is used as the important datum line also in the design of a lens.

[0006] Moreover, in consideration of a reading point approaching a nose side slightly from a center in the wearing state of a lens, the progressive multifocal lens (henceforth an "unsymmetrical successive promotion multifocal lens") which considered the reading point as unsymmetrical arrangement is proposed. Also in such an unsymmetrical successive promotion multifocal lens, the center line which consists of a nodal line of the cross section passing through the center for ** and the center for Kon and a body side lens side is used as the datum line. In this invention, these datum lines are named generically and it is called a "main meridian curve."

[0007] In the above technical backgrounds, while being indicated by JP,62-10617,A, the progressive multifocal lens of ***** attracts attention. It is a progressive multifocal lens based on the design which thinks ***** as important from the Nakama **, and there are little the shake and distortion of an image as compared with the successive promotion multifocal lens both for far and near, and an inside [this] ***** successive promotion multifocal lens has a comparatively large visual field from a hand to middle distance, and is said to be the spectacle lens which is [comparatively] especially easy to use indoors.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] You have to stop by the way, having to wear a lens with the big degree of subscription as the degree of an ebb of the eye-accommodation force becomes large. Generally, as the degree of subscription becomes large, the fault of the above progressive multifocal lenses becomes

more remarkable. That is, as the degree of subscription becomes large, the clear vision zone in a distance point and a reading point becomes narrower. Consequently, a visual axis is shaken in a distance point and a reading point, comfortable ***** cannot be carried out, but the whole face is shaken, and ***** must be carried out. moreover, the side of the progressive band which, the more, connects a distance point and a reading point the more the degree of subscription becomes large -- the lens aberration in a field increases consequently, the side of a progressive band -- if a visual axis is shaken in a field, while the shake and distortion of an image will increase, a feeling of wearing may get worse further, and wearing may become difficult

[0009] Moreover, in the conventional progressive multifocal lens, since it has set up so that it may not be concerned with the degree of an ebb of the eye-accommodation force but may be visible to fitness from a distant place to the method of Kon, a progressive band is comparatively long. Therefore, when a ***** field will be located in the bottom of a frame and ***** a lens in the state where it ***** (ed) on the spectacles frame, you have to lower a visual axis greatly. Consequently, it is not only hard to see, but the asthenopia by lowering a visual axis greatly will be caused. Therefore, in the conventional progressive multifocal lens, it was difficult to continue method work of Kon like desk work for to some extent long time, for example.

[0010] By the way, in the inside ***** successive promotion multifocal lens of the former indicated by JP,62-10617,A, since the progressive band is comparatively long, a fault like the shake of the image looked at by the general progressive multifocal lens or distortion is canceled to some extent. However, since the visual axis had to be greatly lowered when ***** (ing), since the progressive band is long as mentioned above, there was un-arranging [of it being not only hard to see, but having caused asthenopia].

[0011] this invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and aims at the ebb of the eye-accommodation force offering the progressive multifocal lens to which a large person can also continue ***** comfortably for long time.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the aforementioned technical problem, it sets to this invention. The ***** reform field which has the field refractive power corresponding to a close-range view along with the main meridian curve which divides a lens refracting interface into a nose side field and an ear side field, The specific viewing-distance reform field which has the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view, It has the progressive field which connects the field refractive power of both fields continuously between the aforementioned ***** reform field and the aforementioned specific viewing-distance reform field. the center of the aforementioned ***** reform field Along with the aforementioned main meridian curve, an interval is caudad separated from 2mm only 8mm from a ***** eye point, and it sets in the upper part from the center section of the aforementioned specific viewing-distance reform field. the cross-section configuration on the front face of refraction It is the un-circular configuration which the value of longitudinal direction curvature increases as it keeps away from an intersection with the aforementioned main meridian curve along with a cross-section curve. In the lower part of the aforementioned specific viewing-distance reform field the cross-section configuration on the front face of refraction After [which keeps away from an intersection with the aforementioned main meridian curve along with a cross-section curve] it is alike, and it follows and the value of longitudinal direction curvature increases, are an un-circular configuration used as about 1 law, and it sets in the upper part of the aforementioned progressive field. The field where the cross-section configuration on the front face of refraction turns into a circular configuration mostly exists, and it sets in the lower part of the aforementioned ***** reform field from the lower part of the aforementioned progressive field. the cross-section configuration on the front face of refraction The progressive multifocal lens characterized by being the un-circular configuration which increases after the value of longitudinal direction curvature decreases as it keeps away from an intersection with the aforementioned main meridian curve along with a cross-section curve is offered.

[0013] According to the desirable mode of this invention, the position which the value of longitudinal direction curvature changes from reduction to an increase from the lower part of the aforementioned progressive field in the lower part of the aforementioned ***** reform field has separated only $4W/5$ from $W/2$ from the intersection with the aforementioned main meridian curve to the longitudinal direction, when the radius of the aforementioned progressive multifocal lens is set to W . Moreover, as for the percentage reduction and the rate of increase of longitudinal direction curvature, in the lower part from the upper part of the aforementioned ***** reform field, it is desirable to decrease toward the upper part to the lower part.

[0014]

[Embodiments of the Invention] Drawing 3 is drawing showing the refractive-power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration. First, with reference to drawing 3, the fault of the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration is explained. As shown in drawing 3, in the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for ** used as the wearing criteria as a spectacle lens to the lower part A of a distance point F is small. That is, by the design technique of the progressive multifocal lens the conventional far and near serious consideration, the refractive-power augend in the eye point E for ** on the basis of the lower part A of a distance point F is about 5% which is the degree of subscription. For this reason, the aberration to generate is comparatively small, a good visual-sense property is acquired, and it is possible to make large the clear vision zone of a distance point F to some extent. In addition, the eye point for ** is a shunt on the lens of a visual axis when the wearing person of spectacles is looking at the distant place with the natural posture, and it may be called the fitting point for **.

[0015] Moreover, it applies to the upper part B of a reading point N from the eye point E for **, and the refractive power on the main meridian curve is made to increase by about 95% of the degree of subscription in the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration. For this reason, the clear vision zone of a reading point N becomes small far rather than the clear vision zone of a distance point F. Therefore, although the progressive multifocal lens which has the refractive-power distribution shown in drawing 3 can be equal to practical use as the lens of far and near serious consideration, or a lens of serious consideration among **, not only as a lens of inside *****, a visual field is narrow, but the shake or distortion of an image cannot still bear practical use greatly. Furthermore, in the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration, since the distance from the eye point E for ** to a reading point N used as the wearing criteria as a spectacle lens is large, it will be necessary to lower a visual axis to shifting to ***** greatly, and asthenopia will be caused.

[0016] Then, in the progressive multifocal lens of this invention, the clear vision zone of a distance point is made to some extent into a sacrifice, and the range (if it is a slight presbyopia range to a distant place) to a specific distance which is substantially separated from a close-range view according to the degree of a wearing person's presbyopia is corrected. That is, in this invention, the feeling of wearing at the time of the work for Kon was thought as most important, and the length of a progressive band which has little winding defatigation of an eyeball is secured. Moreover, the latus reading point of a clear vision zone is secured, and the maximum astigmatic difference is decreased, and while also securing the clear vision zone in pars intermedia to some extent, the specific viewing-distance field is made large enough. In addition, in this invention, the specific viewing-distance reform field which has the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view is called "specific ****", the distance of the center of specific ****, i.e., a specific center, and the center of a reading point, i.e., the center for Kon, is called "length of a progressive band", and the augend of the refractive power added between a specific center and the center for Kon is called "degree of subscription."

[0017] By this invention, while setting up small the distance from the eye point for Kon to the center for Kon used as the wearing criteria as a spectacle lens with 2 to 8mm, the cross-section configuration on the front face of refraction is specified according to a predetermined character. For this reason, the aberration generated from the eye point for Kon, applying to a reading point is comparatively small, and a good visual-sense property is acquired. Moreover, while being able to shift to ***** from the Nakama **, without lowering a visual axis greatly, in a reading point, a latus clear vision zone is securable. furthermore, the side of the field of the upper part of a reading point to pars intermedia which results in the center mostly -- the astigmatic concentration in a field is mitigated, the shake, distortion, etc. of an image are suppressed, and a latus clear vision zone can be realized in a reading point and pars intermedia

[0018] furthermore, by applying to specific **** from the eye point for Kon, and specifying the cross-section configuration on the front face of refraction according to this invention, it applies to specific **** from the eye point for Kon, and a visual-sense property improves -- having -- the side of the main meridian curve -- the aberration concentration in a field is eased Consequently, the shake and distortion of an image can be mitigated and a latus clear vision zone can be secured. By the way, when distance from the eye point for Kon to the center for Kon is made shorter than 2mm, focusing on specification, it will apply from the eye point for Kon, and the refractive power on the main meridian curve will decline greatly. It applies to specific **** from the eye point for Kon, and the degree of change of refractive power becomes large and it becomes impossible consequently, to obtain good middle ***** with little the shake of an image and distortion. It becomes impossible furthermore, to secure a latus clear vision zone enough in specific ****.

[0019] Moreover, if distance from the eye point for Kon to the center for Kon is made shorter than 2mm,

the distance to specific **** will become long too much, and will consist of an eye point for Kon with some upward glance in a specific viewing-distance state. If distance from the eye point for Kon to the center for Kon is made longer than 8mm and a visual axis will not be lowered greatly, it becomes impossible on the other hand, to shift to a ***** field. While causing asthenopia, it will become impossible consequently, to secure the grade latus clear vision zone set to the reading point.

[0020] In the design of the lens side of such a progressive multifocal lens, design evaluation is not carried out only within the limits of the circular configuration as a lens, but a design and evaluation of a field configuration are performed in this square supposing a square as shown in drawing 6 including the circular configuration of a lens side. It becomes possible making a practical lens side into the smoother outstanding configuration by optimizing a curved surface in a big field rather than including the circular configuration of a lens. In addition, in drawing 6, OG is the geometric center of a lens and W is the radius of a lens. Moreover, curvilinear ϕ_5 - ϕ_5 and σ_0 - σ_5 The cross section and the longitudinal section used as the criteria on the design which met the z-axis and the y-axis, respectively are shown.

[0021] Moreover, generally, since a progressive multifocal lens is processed according to a spectacles frame, the field of the distance point containing each field of a distance point, pars intermedia, and a reading point, especially a periphery and a reading point will change with configurations of a frame. Generally, a diameter is a circular lens beyond about 60m, the progressive multifocal lens before processing is supplied to a spectacles retail store, while it has been this circular configuration, and it is processed according to a desired spectacles frame configuration at a retail store. Therefore, it is based on the circular configuration before processing in the convention of the field configuration of the progressive multifocal lens by this invention. And in the design of the optimal side configuration of a progressive multifocal lens, it is important to aim at [rather than] balance of aberration also in consideration of the field configuration in a latus field not only including the central field where operating frequency is high but including the effective field used.

[0022] The example of this invention is explained based on an accompanying drawing. Before explaining a concrete example, the cross section and the longitudinal section in this invention are explained first. Drawing 4 is a perspective diagram explaining the cross-section curve about the refraction front face sigma of a lens. Moreover, drawing 5 is a perspective diagram explaining the longitudinal-section curve about the refraction front face sigma of a lens. In drawing 4 and drawing 5, the geometric center of a lens is set to OG, the center of curvature on the front face sigma of refraction in the geometric center OG is set to O0, and the axis which passes along the geometric center OG and center of curvature O0 is made into the x axis. Moreover, the spherical surface which makes a radius the radius of curvature R0 on the front face sigma of refraction in the geometric center OG is made into the criteria spherical surface. Therefore, the criteria spherical surface is in contact with the refraction front face sigma of a lens at the geometric center OG. Moreover, the z-axis is horizontally taken for the y-axis in the perpendicular direction by making the center O0 of the criteria spherical surface into a zero.

[0023] this invention -- it can set -- "-- the cross section -- a curve -- " -- **** -- drawing 4 -- being shown -- as -- a **** -- criteria -- the spherical surface -- a center -- O -- zero -- a passage -- xy -- a flat surface -- intersecting perpendicularly -- a flat surface -- $\pi - j$ ($j = 0, **1, **2 \dots$) -- crossing -- having -- refraction -- a front face -- sigma -- the thing of a cross cut -- it is . If it puts in another way, the "cross-section curve" in this invention is a nodal line on flat-surface πj and the front face sigma of refraction, and is expressed as cross-section nodal-line in drawing πj ($j = 0, **1, **2 \dots$). In addition, the cross section of the lens crossed by flat-surface πj which contains a cross-section curve in this invention is called "cross section." In addition, in drawing 4, the intersection of flat-surface πj including the point Mj on a refraction front face and the nodal line on xy flat surface and the front face sigma of refraction is set to My, and the segment which connects Intersection My and center of curvature O0 is setting the x axis and the angle to make to Vy. Moreover, cross-section nodal line ϕ_0 which has the same z-coordinate component as the point Mj on a refraction front face The upper point is set to Mz and the segment which connects Point Mz and center of curvature O0 is setting the x axis and the angle to make to Vz.

[0024] this invention -- it can set -- "-- the longitudinal section -- a curve -- " -- **** -- drawing 5 -- being shown -- as -- a **** -- criteria -- the spherical surface -- a center -- O -- zero -- a passage -- yz -- a flat surface -- intersecting perpendicularly -- a flat surface -- $\chi - j$ ($j = 0, **1, **2 \dots$) -- traveling -- having -- refraction -- a front face -- sigma -- the thing of a vertical section line -- it is . If it puts in another way, the "longitudinal-section curve" in this invention is a nodal line on flat-surface χj and the front face sigma of refraction, and is expressed as longitudinal-section nodal-line in drawing σj ($j = 0, **1, **2 \dots$). In addition, the cross section of the lens through which it travels by flat-surface χj which contains a longitudinal-section curve in this invention is called "longitudinal section." In addition, in drawing 5, the intersection of flat-surface χj including the point Mj on a refraction front face and the nodal line on xz flat surface and the front face sigma of refraction is set to Mz, and the segment which connects

Intersection M_z and center of curvature O_0 makes V_z' the x axis and the angle to make. Moreover, cross-section nodal line σ_0 which has the same y-coordinate component as the point M_j on a refraction front face. The upper point is set to M_z and the segment which connects Point M_y and center of curvature O_0 makes V_y' the x axis and the angle to make.

[0025] Drawing 6 is drawing showing the position of longitudinal-section nodal-line σ_{maj} projected on cross-section nodal-line ϕ_{ij} projected on yz flat surface of drawing 4, and yz flat surface of drawing 5, and is drawing showing the superficial position of cross-section nodal-line ϕ_{ij} in the refraction front face of a lens, and longitudinal-section nodal-line σ_{maj} . drawing 7 is drawing showing the curvature change on the front face of refraction of the progressive multifocal lens concerning the example of this invention, and is shown in drawing 6 -- each -- it is drawing showing change of the curvature of the longitudinal direction on the front face σ_0 of refraction in alignment with cross-section nodal-line ϕ_5 - ϕ_5 . In this invention, the curvature (the cross-section curve was met) of the longitudinal direction on the front face of refraction is called "longitudinal direction curvature." In drawing 7, the angle V_y of drawing 4 is taken along the vertical axis, and the angle V_z of drawing 4 is taken along the horizontal axis, respectively.

[0026] That is, drawing 7 plots the change of longitudinal direction curvature in alignment with 11 typical cross-section curves which intersect main meridian curvilinear MM' . Furthermore, change of the longitudinal direction curvature in each position which changes 4 degrees at a time in the range whose angle V_z is 0 degree - +20 degrees on each cross-section curve which changes 4 degrees at a time in the range whose angle V_y is +20 degree - 20 degree is shown in a detail as change to the longitudinal direction curvature in the intersection of each cross-section curve and main meridian curvilinear MM' . That is, in drawing 7, although a vertical axis and a horizontal axis show angles V_y and V_z , respectively, when change of the longitudinal direction curvature in each position increases to the longitudinal direction curvature used as criteria in one of these and it decreases as a upward curve, they are shown as a downward curve.

[0027] Next, each point which serves as criteria of a progressive multifocal lens about the design technique of the progressive multifocal lens in this invention is explained. Drawing 8 is drawing explaining the situation of the eye in the state where the progressive multifocal lens was worn, and shows the situation of the cross section in alignment with the main meridian curve, i.e., the perpendicular cross section of a lens. Like illustration, in order to rotate Eyeball O focusing on the cycloduction point CR, a visual axis p will pass the various points on Lens L. And when gazing at a body soon, while a face becomes downward, also as for a visual axis, only an angle α falls. If the progressive multifocal lens is worn at this time, the visual axis of both eyes will move the main meridian curve top of Lens L to a reading point from pars intermedia, carrying out congestion. What eyesight comes out of most by the part of a retina which feels a visual sense is macula-lutea section fovea centralis, when it is going to see a body, must turn an eye to a body so that a visual axis may suit this fovea centralis position, and must form a clear image in this fovea centralis position. When not adjusting, the body side conjugate position of this fovea centralis position is called the regulation far point, and the tracing T of this regulation far point when an eyeball rotates is called far point spherical surface.

[0028] Drawing 8 shows a hyperopia eye state, and since the hyperopia accommodation-of-eye far point is located after an eye, it can draw the far point spherical surface T centering on the winding point CR. Therefore, it becomes equivalent to macula-lutea section fovea centralis being in the position of this far point spherical surface T. Then, the beam of light p which goes to progressive multifocal-lens L through the winding point CR from this far point spherical surface T is considered, and the position which this beam of light p is refracted with Lens L, and is converged turns into a body position. At this time, if the position of s image (sagittal image) of the direction which intersects perpendicularly with the position and the main meridian curve of m image (meridional image) of a direction in alignment with the main meridian curve has agreed, it will be in a good image formation state. However, generally, m image and s image will not be in agreement like illustration, and the astigmatic difference will be produced. If the grade of this astigmatic difference is remarkable, a body will flow and appear and will cause unpleasant visual senses of an image, such as distortion.

[0029] The curve shown in drawing 8 shows change of the far point spherical surface T and a conjugate point, and is a line which connected the mean place of m image and s image. And this curve corresponds to the so-called degree curve of subscription of progressive multifocal-lens L. In the case of drawing 8, the number of refractivities of a distance point is [the number of refractivities of a reading point] two diopter in zero diopter (D), and the degree Δd of subscription will call it two diopter. And the interval Δ of m image and s image corresponds to the astigmatic difference as aberration in the wearing state of a lens. Thus, it becomes possible to perform the lens design of the progressive multifocal lens which can finally demonstrate the best performance in a busy condition by performing the performance evaluation of the

lens in the state of actually wearing a progressive multifocal lens.

[0030] By the way, the center of specific ****, i.e., a specific center, is a position on the main meridian curve which has the predetermined surface refraction average frequency in specific ****, and it is a point practically made into the metrics point of specific ****. Moreover, the center of a reading point, i.e., the center for Kon, is a position on the main meridian curve which has the predetermined surface refraction average frequency in a reading point, and it is a point practically made into the metrics point of a reading point. Moreover, the eye point for Kon is a position made into criteria, in case a lens is ***** (ed) on a spectacles frame, and it becomes the reference point for Kon which agrees with the visual-axis passage position for Kon in the state where the spectacles frame was worn. In the example of this invention, although the position of the eye point for Kon and the geometric center of a lens are made in agreement, it is not necessary to not necessarily make it in agreement.

[0031] Drawing 1 is drawing showing the outline of the field partition of the progressive multifocal lens concerning the example of this invention. As shown in drawing 1, the progressive multifocal lens of this example is equipped with the pars intermedia P from which refractive power changes continuously between specific **** F located up at the time of wearing, the downward reading point N, and both fields. It is used as the datum line for the nodal line of the cross section which met the meridian of a lens side to which a center is applied caudad, and which runs it perpendicularly from the upper part mostly in the state of wearing, and a body side lens side, i.e., main meridian curvilinear MM', expressing specifications, such as the degree of subscription of a lens, about the configuration of a lens side. Thus, in the progressive multifocal lens by which the symmetrical design was carried out, the specific center A, the eye point E for Kon, and the center B for Kon are on main meridian curvilinear MM'.

[0032] Thus, the progressive multifocal lens of drawing 1 is equipped with the pars intermedia P which connects the field refractive power of both fields continuously between the reading point N which has the field refractive power corresponding to a close-range view, and the reading point N and specific **** F which have the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view along with main meridian curvilinear MM'. [specific **** F, and] And between a reading point N, the specific center A, and the centers B for Kon can be considered [center / specific / A / the upper part] to be pars intermedia P for a lower part from specific ****F and the center B for Kon. Although refractive power is changing continuously and cannot classify each field clearly on the refracting interface of a progressive multifocal lens, generally a field partition like [when considering the structure of a lens] drawing 1 as an effective means is adopted.

[0033] Drawing 2 is drawing showing the refractive-power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of this example. In drawing 2, the vertical axis shows the main meridian curve of a progressive multifocal lens, and the horizontal axis shows the number of refractivities on the main meridian curve (unit D : diopter), respectively. As shown in drawing 2, the average frequency of the surface refractive power on the main meridian curve is constituted so that it may connect from the specific center A continuously and smoothly to the center B for Kon via the eye point E for Kon.

[0034] In the progressive multifocal lens of this example, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for Kon to the center B for Kon is 5mm. Moreover, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for Kon to the specific center A is 14mm. Therefore, the length, the distance, i.e., the progressive band, in alignment with the main meridian curve from the specific center A to the center B for Kon, is 19mm. Moreover, when drawing 2 is referred to, in the progressive multifocal lens of this example, the number of average refractivities of specific **** F (base curve) is 3.5diopter, and the degree Ad of subscription is 1.5diopter. Therefore, like illustration, the number of refractivities in the specific center A is 3.5diopter, and the number of refractivities in the center B for Kon is 5.0diopter.

[0035] Moreover, as shown in drawing 7, in the progressive multifocal lens of this example, it is the un-circular configuration which the value of longitudinal direction curvature increases from the center section of specific **** F as the cross-section configuration on the front face of refraction keeps away from an intersection with main meridian curvilinear MM' along with a cross-section curve in the upper part (range whose Vy is 12 degrees - 20 degrees). moreover, after [when the cross-section configuration on the front face of refraction keeps away from an intersection with main meridian curvilinear MM' in the lower part (Vy is 8 degrees) of specific **** F] it is alike, and it follows and the value of longitudinal direction curvature increases, it is an un-circular configuration used as about 1 law

[0036] On the other hand, in the upper part (Vy is 4 degrees) of pars intermedia P, the field where the cross-section configuration on the front face of refraction turns into a circular configuration (a cross-section curve is met and the value of longitudinal direction curvature is simultaneously regularity) mostly exists. Moreover, it is the un-circular configuration which increases after the value of longitudinal direction curvature decreases as the cross-section configuration on the front face of refraction keeps away

from an intersection with main meridian curvilinear MM' along with a cross-section curve in the lower part (V_y is 0 degree) of pars intermedia P.

[0037] And it is the un-circular configuration which increases from the upper part of a reading point N after the value of longitudinal direction curvature decreases as the cross-section configuration on the front face of refraction keeps away from an intersection with main meridian curvilinear MM' along with a cross-section curve in the lower part (range whose V_y is -4 degree--20 degree), and the percentage reduction and rate of increase are decreasing toward the lower part from the upper part. In addition, when setting the radius of a progressive multifocal lens to W, as for the position which the value of longitudinal direction curvature changes from reduction to an increase from the lower part of pars intermedia P in the lower part (range whose V_y is 0 degree - 20 degrees) of a reading point N, it is effective to have separated only $W/2-4W/5$ from the main meridian curve along with a cross-section curve practical.

[0038] the side [in / the upper part from the center section of specific **** F / change / of longitudinal direction curvature / in alignment with the above cross-section curves] / -- the curvature in a field is increasing about 18% on an average to the curvature of the criteria in the intersection of the cross section and the main meridian curve moreover -- although the value of the longitudinal direction curvature in the lower part of specific **** F serves as about 1 law after increasing -- the side -- the curvature in a field is increasing about 15% on an average to the curvature of the criteria in the intersection of the cross section and the main meridian curve Furthermore, although the value of the longitudinal direction curvature in the lower part of pars intermedia P increases after decreasing, the minimal value is decreasing about 17% to the curvature of the criteria in the intersection of the cross section and the main meridian curve. Moreover, although it increases after the value of the longitudinal direction curvature in the lower part decreases from the upper part of a reading point N, the minimal value is decreasing about 28% on an average to the curvature of the criteria in the intersection of the cross section and the main meridian curve.

[0039] Drawing 9 is drawing showing change which met the longitudinal-section nodal line about the refractive power of the longitudinal direction corresponding to the curvature of the longitudinal direction of the progressive multifocal lens of this example. That is, drawing 9 is drawing which plotted the refractive power of the longitudinal direction on the front face sigma of refraction in alignment with longitudinal-section nodal-line sigma_j of drawing 5, and shows a lengthwise change of the longitudinal direction curvature on the front face sigma of refraction. These curves are also the degree curves of subscription in alignment with various longitudinal-section nodal lines (sigma_j). Here, curvature rho is expressed with the following formula (a), when it has a relation with close radius of curvature and refractive power, radius of curvature is set to R and the refractive index of a lens is set to n.

$$\rho = 1/R \quad (a)$$

Moreover, refractive power D is expressed with the following formula (b).

$$D = (n-1)/R = (n-1) \rho \quad (b)$$

And when making radius of curvature R into a metric unit, refractive power D is expressed per diopter.

[0040] It sets to drawing 9 and is the longitudinal-section nodal line sigma 0. It is a curve e0 about change of the refractive power of the longitudinal direction which was equivalent to main meridian curvilinear MM' ($V_z'=0$ degree), and met this main meridian curvilinear MM'. It is shown. And the longitudinal-section nodal line sigma 1, sigma 2, sigma 3, and sigma 4 And sigma 5 It is change of the refractive power of the longitudinal direction which corresponded to $V_z'=4$ degree, 8 degrees, 12 degrees, 16 degrees, and 20 degrees, respectively, and met each longitudinal-section nodal line A curve e1, e2, e3, and e4 And e5 It is shown. The thing almost corresponding to [here / as a progressive multifocal lens] the maximum effective diameter (radius) W in $V_z'=20$ degree then sigma 1, sigma 2, sigma 3, and sigma 4 And sigma 5 A position will be equivalent to the position of $W/5$ / $W/4$ [5 and]/5, and W, respectively. [5 and 2W] [5 and 3W]

[0041] As shown in drawing 9, in the upper part of the upper part of specific **** F to the pars intermedia P, the refractive power (e5) in the side edge section (sigma 5) of a lens is larger than the refractive power on the main meridian curve (e0). And it sets in the upper part of pars intermedia P from the upper part of specific **** F, and is each curve e1, e2, and e3. And e4 Curve e0 e5 It turns out that refractive power is large as it exists in between and separates from the main meridian curve to a longitudinal direction. Moreover, in the point with the upper part of pars intermedia P, such refractive power is mutual almost equal. On the other hand, in the lower part of pars intermedia P, the refractive power on the main meridian curve (e0) is the largest, and, next, the refractive power (e1) of the position separated from the main meridian curve only $W/5$ in the longitudinal direction is large. The refractive power (e2, e3, and e4) of a position which separated only $2W/3$ [5 and]/5, and $4W/5$ from the main meridian curve in the longitudinal direction is smaller than the refractive power (e5) in the side edge section (sigma 5) of a lens.

[0042] In a reading point N, the refractive power on the main meridian curve (e0) is the largest, and after increasing with the predetermined degree of subscription, it begins to decrease in the upper part of a reading point N. the side of a reading point N -- a field -- setting -- the longitudinal direction from the main meridian curve -- 3 -- although it increases once the refractive power (e3 and e4) of a position which left only W/5, and 4W/5 decreases toward the lower part from the upper part of a reading point N, it is smaller than other refractive power. Thereby, although the refractive power (e5) in the side edge section (sigma 5) of a lens is changed somewhat, the whole reading point N is covered and it has become the almost same refractive power. Moreover, as shown in drawing 9, the field refractive power C of the longitudinal direction in the field distant from the main meridian curve to the longitudinal direction is contained [in the reading point N] from the center section of pars intermedia P within the limits of K (=3.5 diopter) · Ad+K (=5 diopter) to the surface refractive power K (3.5diopter) and the degree Ad (1.5diopter) of subscription in the specific center A.

[0043] Drawing 10 is drawing showing the distribution of average refractive power in alignment with the main meridian curve of the progressive multifocal lens of this example. As mentioned above, the number of average refractivities of specific **** F (base curve) is 3.5diopter, and the degree Ad of subscription of the progressive multifocal lens of this example is 1.5diopter. Therefore, as shown in drawing 10, at the specific center A, the number of average refractivities is about 3.5 diopter, and the number of average refractivities is 5.0diopter at the center B for Kon.

[0044] Drawing 11 is astigmatic difference curvilinear views, such as a progressive multi-focal lens of this example, and shows the result which performed the performance evaluation in the wearing state of a lens according to the design technique shown in drawing 8. drawing 11 -- setting -- etc. -- the astigmatic difference curve is shown by the value for every 0.5diopter. When drawing 11 is referred to, with the progressive multi-focal lens of this example, the maximum of the astigmatic difference is a 1.0D (diopter) grade, and it turns out that the good Nakama ** and good ***** with little a shake and distortion of an image are possible. moreover, the cross-section configuration according to the loose frequency inclination and loose this invention from the specific center A to the eye point E for Kon -- the pars intermedia P from the lower part of specific **** F -- applying -- the side -- both the densities and inclination showing the astigmatic difference, such as a field, of a line are decreasing

[0045] In this example, in order to make the Nakama ** and ***** easy to carry out, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for Kon used as the wearing criteria as a spectacle lens to the center B for Kon is small set up with 5mm. For this reason, when seeing the transverse plane of a face, the number of power of lenses becomes what suited ***** a little from the Nakama ** and the Nakama **, and it is a little easy to carry out ***** from the Nakama ** and the Nakama **. Moreover, by specifying the cross-section configuration on the front face of refraction according to this invention, while setting up small the distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon with 5mm, as shown in drawing 11, the aberration generated from the eye point E for Kon, applying to a reading point N is comparatively small, a good visual-sense property is acquired, and the clear vision zone of a reading point N can be made large to some extent.

[0046] moreover -- this example -- the side of the field of the upper part of a reading point to the pars intermedia P which results in the center mostly -- the astigmatic concentration in a field was mitigated, the shake, distortion, etc. of an image were suppressed, and as shown in drawing 11, the latus clear vision zone is realized in a reading point N and pars intermedia P. Furthermore, in this example, it can shift to a ***** field from middle *****, without lowering a visual axis greatly by specifying the cross-section configuration on the front face of refraction according to this invention, while setting up small the distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon with 5mm. In addition, the maximum width WN of a clear vision zone [in / a reading point N / as shown in drawing 11] It is about 40mm and a latus clear vision zone can be enough secured compared with the conventional progressive multifocal lens in a reading point N.

[0047] moreover, in this example, by applying to specific **** F from the eye point E for Kon, and specifying the cross-section configuration on the front face of refraction according to this invention, it applies to specific **** F from the eye point E for Kon, and a visual-sense property improves -- having -- the side of the main meridian curve -- the aberration concentration in a field is eased. Consequently, the shake and distortion of an image can be mitigated and a latus clear vision zone can be secured. In addition, the maximum width WF of a clear vision zone [in / specific **** F / as shown in drawing 11] It is about 60mm and a latus clear vision zone can be enough secured compared with the conventional progressive multifocal lens in specific **** F.

[0048] In addition, in this example, although the distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is set up with 5mm, even if it sets this distance as 2mm · 8mm, the same effect can be acquired by specifying the cross-section configuration on the front face of refraction according to this invention.

However, when distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is made shorter than 2mm, focusing on [A] specification, it will apply from the eye point E for Kon, and the refractive power on the main meridian curve will decline about 95% of the degree Ad of subscription. It applies to specific **** F from the eye point E for Kon, and the degree of change of refractive power becomes large and it becomes impossible consequently, to obtain good middle ***** with little the shake of an image and distortion. It becomes impossible furthermore, to secure a latus clear vision zone enough in specific **** F.

[0049] Moreover, if distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is made shorter than 2mm, the distance to specific ****F will become long too much, and will consist of an eye point E for Kon with some upward glance in specific distance *****. If distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is made longer than 8mm and a visual axis will not be lowered greatly, it becomes impossible on the other hand, to shift to a ***** field. While causing asthenopia, it will become impossible consequently, to secure the grade latus clear vision zone set to the reading point N.

[0050] Thus, it becomes possible by specifying the cross-section configuration on the front face of refraction according to this invention to realize the progressive multifocal lens of *****, while keeping good the aberration balance covering the whole lens side and having the outstanding visual-sense property. In addition, in this example, although this invention is applied to the symmetrical progressive multifocal lens on the basis of the main meridian curve, this invention is applicable also to the unsymmetrical successive promotion multifocal lens which made the reading point bias to a nose side.

[0051]

[Effect] As explained above, according to this invention, the ebb of the eye-accommodation force can realize the progressive multifocal lens to which a large person can also continue ***** comfortably for long time.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline of the field partition of the progressive multifocal lens concerning the example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing roughly the refractive-power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of this example.

[Drawing 3] It is drawing showing roughly the refractive-power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration.

[Drawing 4] It is a perspective diagram explaining the cross-section curve about the refraction front face sigma of a lens.

[Drawing 5] It is a perspective diagram explaining the longitudinal-section curve about the refraction front face sigma of a lens.

[Drawing 6] It is drawing explaining the cross section and the longitudinal section used as the criteria for designing the progressive multifocal lens of this invention.

[Drawing 7] it is drawing showing the curvature change on the front face of refraction of the progressive multifocal lens concerning the example of this invention, and is shown in drawing 6 -- each -- it is drawing showing change of the curvature of the longitudinal direction on the front face sigma of refraction in alignment with cross-section nodal-line ϕ_5 - ϕ_5

[Drawing 8] It is drawing explaining the situation of the eye in the state where the progressive multifocal lens was worn, and the situation of the cross section in alignment with the main meridian curve, i.e., the perpendicular cross section of a lens, is shown.

[Drawing 9] It is drawing showing change which met the longitudinal-section nodal line about the refractive power of the longitudinal direction corresponding to the curvature of the longitudinal direction of the progressive multifocal lens of this example.

[Drawing 10] It is drawing showing the distribution of average refractive power in alignment with the main meridian curve of the progressive multifocal lens of this example.

[Drawing 11] They are astigmatic difference curvilinear views, such as a progressive multifocal lens of this example.

[Description of Notations]

F Specific ****

N Reading point

P Pars intermedia

A A specific center

B The center for Kon

E The eye point for Kon

MM' main meridian curve

Ad The degree of subscription

T Far point spherical surface

O Eyeball

CR Cycloduction point

L Lens

OG Geometric center

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-123467

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 C 7/06

識別記号

F I

G 0 2 C 7/06

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-297654

(22) 出願日 平成8年(1996)10月18日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 上野 保典

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 矢成 光弘

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 高橋 文男

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

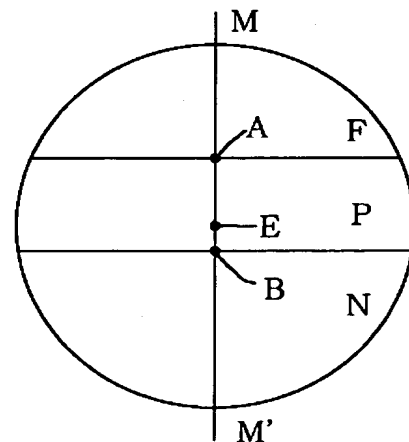
(74) 代理人 弁理士 山口 孝雄

(54) 【発明の名称】 累進多焦点レンズ

(57) 【要約】

【課題】 目の調節力の衰退が大きい人でも長い時間に亘って快適に近方視を継続することのできる累進多焦点レンズ。

【解決手段】 主子午線曲線MM'に沿って、近用部Nと、特定視部Fと、中間部Pとを備えている。近用中心Bは、近用アイポイントEから主子午線曲線に沿って下方に2mmから8mmだけ間隔を隔てている。そして、近用部N、特定視部Fおよび中間部Pにおいて屈折表面の横断面形状は非円形状であり、横方向曲率の値が横断面曲線に沿って主子午線曲線との交点から遠ざかるにつれて本発明にしたがって変化する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズ屈折面を鼻側領域と耳側領域とに分割する主子午線曲線に沿って、近景に対応する面屈折力を有する近用視矯正領域と、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視距離矯正領域と、前記近用視矯正領域と前記特定視距離矯正領域との間において両領域の面屈折力を連続的に接続する累進領域とを備え、

前記近用視矯正領域の中心は、近用アイポイントから前記主子午線曲線に沿って下方に2mmから8mmだけ間隔を隔て、

前記特定視距離矯正領域の中央部から上部において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って前記主子午線曲線との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が増加する非円形形状であり、

前記特定視距離矯正領域の下部において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って前記主子午線曲線との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が増加した後にはほぼ一定となる非円形形状であり、

前記累進領域の上部において、屈折表面の横断面形状がほぼ円形形状となる領域が存在し、

前記累進領域の下部から前記近用視矯正領域の下部において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って前記主子午線曲線との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が減少した後には増加する非円形形状であることを特徴とする累進多焦点レンズ。

【請求項2】 前記累進領域の下部から前記近用視矯正領域の下部において横方向曲率の値が減少から増加に転ずる位置は、前記累進多焦点レンズの半径をWとしたとき、前記主子午線曲線との交点から横方向に $W/2$ から $4W/5$ だけ離れていることを特徴とする請求項1に記載の累進多焦点レンズ。

【請求項3】 前記近用視矯正領域の上部から下部において、横方向曲率の減少率および増加率は上部から下部に向かって減少することを特徴とする請求項1または2に記載の累進多焦点レンズ。

【請求項4】 前記累進領域の中央部から前記近用視矯正領域において、前記主子午線曲線から横方向に離れた領域での横方向の面屈折力Cは、前記特定視距離矯正領域の中心での表面屈折力をK（ディオプター）とし、加入度をAd（ディオプター）としたとき、 $K < C < (Ad + K)$ (1)

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の累進多焦点レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、眼の調節力の補助として使用する累進多焦点レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】老視の矯正には、単焦点レンズや、バイ

2

フォーカルレンズや、累進多焦点レンズなどが用いられている。これらのレンズの中でも特に累進多焦点レンズは、遠方視時と近方視時とで眼鏡の掛け替えや掛け外しを必要としない。また、累進多焦点レンズは、外観的にもバイフォーカルレンズのような境目がない。したがって、累進多焦点レンズに対する需要がかなり高まっている。

【0003】累進多焦点レンズは、眼の調節力が衰退して近方視が困難になった場合の調節力の補助用眼鏡レンズである。一般に、累進多焦点レンズでは、装用時において上方に位置する遠用視矯正領域（以下、「遠用部」という）と、下方の近用視矯正領域（以下、「近用部」という）と、双方の領域の間において連続的に屈折力に変化する累進領域（以下、「中間部」という）とを備えている。なお、本発明において「上方」、「下方」、「水平」および「鉛直」等は、装用時のレンズにおける位置関係を示すものである。また、近用度数と遠用度数との差を加入度と呼ぶ。

【0004】一般に、累進多焦点レンズにおいて、遠用部および近用部において明視域（非点隔差が0.5ディオプター以下の範囲）を広く確保し、その間を累進領域（累進帯）で結ぶと、その累進帯の側方領域にレンズ収差が集中するようになる。その結果、特に累進帯の側方領域において結像不良（像のボケ）および像の歪みが発生し、このような領域で視線を振る（移動させる）と装用者には像の歪みが像の揺れとして知覚され、装用感の悪い不快な感じを抱くことになる。

【0005】このような視覚特性の課題を解決するために、公知の累進多焦点レンズにおいては様々な観点に基づく設計および評価がなされている。レンズ面の形状に関しては、レンズ面のほぼ中央を上方から下方にかけて鉛直に走る子午線に沿った断面と物体側レンズ面との交線（主子午線曲線）がレンズの加入度などの仕様を表すための基準線として用いられ、レンズの設計においても重要な基準線として用いられている。

【0006】また、レンズの装用状態において近用部が中央からわずかに鼻側に寄ることを考慮して、近用部を非対称な配置とした累進多焦点レンズ（以下、「非対称累進多焦点レンズ」という）が提案されている。このような非対称累進多焦点レンズにおいても、遠用中心と近用中心とを通る断面と物体側レンズ面との交線からなる中心線が基準線として用いられる。本発明においては、これらの基準線を総称して「主子午線曲線」という。

【0007】以上のような技術背景の中で、特開昭62-10617号公報に開示された中近両用の累進多焦点レンズが注目されている。この中近両用累進多焦点レンズは、中間視から近方視を重視する設計に基づく累進多焦点レンズであり、遠近両用累進多焦点レンズと比較して像の揺れや歪みが少なく且つ手元から中間距離までの視野が比較的広く、特に室内では比較的使い易い眼鏡レ

3

ンズであるといわれている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、目の調節力の衰退の度合いが大きくなるにつれて、加入度の大きなレンズを装用しなければならなくなる。一般に、加入度が大きくなればなるほど、上述のような累進多焦点レンズの欠点が顕著になる。すなわち、加入度が大きくなればなるほど、遠用部および近用部における明視域が狭くなる。その結果、遠用部および近用部において視線を振って快適な側方視をすることができず、顔全体を振って側方視をしなければならなくなる。また、加入度が大きくなればなるほど、遠用部と近用部とを結ぶ累進帯の側方領域におけるレンズ収差が増大する。その結果、累進帯の側方領域で視線を振ると、像の揺れや歪みが増大するとともに装用感がさらに悪化し、装用が困難になってしまうことがある。

【0009】また、従来の累進多焦点レンズでは、目の調節力の衰退の度合いに関わらず遠方から近方まで良好に見えるように設定しているため、累進帯が比較的長い。したがって、レンズを眼鏡フレームに枠入れした状態では、近用視領域がフレームの最下部に位置することになり、近方視する場合には視線を大きく下げなければならない。その結果、見づらいばかりでなく、視線を大きく下げることによる眼精疲労を引き起こすことになる。したがって、従来の累進多焦点レンズでは、たとえばデスクワークのような近方作業をある程度長い時間に亘って継続することが困難であった。

【0010】ところで、特開昭62-10617号公報に開示された従来の中近両用累進多焦点レンズでは、累進帯が比較的長いいため、一般の累進多焦点レンズに見られる像の揺れや歪みのような欠点はある程度解消されている。しかしながら、上述したように、累進帯が長いいため近方視する場合には視線を大きく下げなければならないので、見づらいばかりでなく眼精疲労を引き起こすという不都合があった。

【0011】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、目の調節力の衰退が大きい人でも長い時間に亘って快適に近方視を継続することのできる累進多焦点レンズを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明においては、レンズ屈折面を鼻側領域と耳側領域とに分割する主子午線曲線に沿って、近景に対応する面屈折力を有する近用視矯正領域と、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視距離矯正領域と、前記近用視矯正領域と前記特定視距離矯正領域との間において両領域の面屈折力を連続的に接続する累進領域とを備え、前記近用視矯正領域の中心は、近用アイポイントから前記主子午線曲線に沿って下方に2mmから8mmだけ間隔を隔て、前記特定視距離

(3)

4

矯正領域の中央部から上部において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って前記主子午線曲線との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が増加する非円形形状であり、前記特定視距離矯正領域の下部において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って前記主子午線曲線との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が増加した後にほぼ一定となる非円形形状であり、前記累進領域の上部において、屈折表面の横断面形状がほぼ円形形状となる領域が存在し、前記累進領域の下部から前記近用視矯正領域の下部において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って前記主子午線曲線との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が減少した後に増加する非円形形状であることを特徴とする累進多焦点レンズを提供する。

【0013】本発明の好ましい態様によれば、前記累進領域の下部から前記近用視矯正領域の下部において横方向曲率の値が減少から増加に転ずる位置は、前記累進多焦点レンズの半径を W としたとき、前記主子午線曲線との交点から横方向に $W/2$ から $4W/5$ だけ離れている。また、前記近用視矯正領域の上部から下部において、横方向曲率の減少率および増加率は上部から下部に向かって減少することが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】図3は、従来の遠近重視の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を示す図である。まず、図3を参照して、従来の遠近重視の累進多焦点レンズの欠点について説明する。図3に示すように、従来の遠近重視の累進多焦点レンズでは、眼鏡レンズとしての装用基準となる遠用アイポイントEから遠用部Fの下方Aまでの主子午線曲線に沿った距離が小さい。すなわち、従来の遠近重視の累進多焦点レンズの設計手法では、遠用部Fの下方Aを基準とした遠用アイポイントEでの屈折力増加量が加入度の約5%である。このため、発生する収差が比較的小さく、良好な視覚特性が得られ、遠用部Fの明視域をある程度広くすることが可能になっている。なお、遠用アイポイントとは、眼鏡の装用者が自然の姿勢で遠方を見ているときの視線のレンズ上での通過点であり、遠用フィッティングポイントと呼ばれることもある。

【0015】また、従来の遠近重視の累進多焦点レンズでは、遠用アイポイントEから近用部Nの上方Bにかけて主子午線曲線上での屈折力を加入度の約95%だけ増加させている。このため、近用部Nの明視域が遠用部Fの明視域よりもはるかに小さくなる。したがって、図3に示す屈折力分布を有する累進多焦点レンズは、遠近重視のレンズや遠中重視のレンズとしては実用に耐えることができるが、中近重視のレンズとしては視野が狭いだけでなく像の揺れや歪みが依然として大きく実用に耐えることができない。さらに、従来の遠近重視の累進多焦点レンズでは、眼鏡レンズとしての装用基準となる遠用

(4)

5

アイポイントEから近用部Nまでの距離が大きいため、近方視に移行するのに視線を大きく下げる必要があり、眼精疲労を引き起こしてしまう。

【0016】そこで、本発明の累進多焦点レンズでは、遠用部の明視域をある程度犠牲にし、装用者の老視の度合いに応じて近景よりも実質的に離れた特定距離までの範囲（軽度の老視であれば遠方までの範囲）を矯正している。すなわち、本発明では、近用作業時の装用感を最重視して、眼球の回旋疲労が少ないような累進帯の長さを確保している。また、明視域の広い近用部を確保し、且つ最大非点隔差を減少させ、中間部における明視域もある程度確保するとともに特定視距離領域を十分に広くしている。なお、本発明において、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視距離矯正領域を「特定視部」と呼び、特定視部の中心すなわち特定中心と近用部の中心すなわち近用中心との距離を「累進帯の長さ」と呼び、特定中心と近用中心との間で付加される屈折力の増加量を「加入度」と呼ぶ。

【0017】本発明では、眼鏡レンズとしての装用基準となる近用アイポイントから近用中心までの距離を2mmから8mmと小さく設定するとともに屈折表面の横断面形状を所定の性状にしたがって規定している。このため、近用アイポイントから近用部にかけて発生する収差が比較的小さく、良好な視覚特性が得られる。また、視線を大きく下げることなく中間視から近用視へ移行することができるとともに、近用部において広い明視域を確保することができる。さらに、近用部の上部から中間部のほぼ中央に至る領域の側方領域における非点収差の集中が軽減され、像の揺れや歪みなどが抑えられ、近用部および中間部において広い明視域を実現することができる。

【0018】さらに、近用アイポイントから特定視部にかけて屈折表面の横断面形状を本発明にしたがって規定することにより、近用アイポイントから特定視部にかけて視覚特性が改良され、主子午線曲線の側方領域における収差集中が緩和される。その結果、像の揺れや歪みを軽減することができ、広い明視域を確保することができる。ところで、近用アイポイントから近用中心までの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントから特定中心にかけて主子午線曲線上での屈折力が大きく低下することになる。その結果、近用アイポイントから特定視部にかけて屈折力の変化の度合いが大きくなり、像の揺れや歪みの少ない良好な中間視状態を得ることができなくなる。さらに、特定視部において十分広い明視域を確保することができなくなる。

【0019】また、近用アイポイントから近用中心までの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントから特定視部までの距離が長くなりすぎて、特定視距離状態において上目遣い気味になってしまう。一方、近用アイポイントから近用中心までの距離を8mmよりも長く

6

すると、視線を大きく下げなければ近用視領域に移行することができなくなる。その結果、眼精疲労を引き起こすとともに、近用部においてある程度広い明視域を確保することができなくなってしまう。

【0020】このような累進多焦点レンズのレンズ面の設計においては、レンズとしての円形状の範囲内のみにおいて設計評価するのではなく、レンズ面の円形状を含む図6に示すような四角形を想定し、この四角形内において面形状の設計および評価を行う。レンズの円形状を包含するより大きな面において曲面を最適化することによって、実用的レンズ面をより滑らかな優れた形状にすることが可能になる。なお、図6において、OGはレンズの幾何中心であり、Wはレンズの半径である。また、曲線 $\Phi 5 \sim \Phi -5$ および $\Sigma 0 \sim \Sigma 5$ は、それぞれz軸およびy軸に沿った設計上の基準となる横断面および縦断面を示している。

【0021】また、一般に、累進多焦点レンズは眼鏡フレームに合わせて加工されるため、遠用部、中間部および近用部の各領域、特に周辺部を含む遠用部および近用部の領域は、フレームの形状によって異なることになる。加工前の累進多焦点レンズは一般に直径が60mm程度以上の円形レンズであり、この円形状のまま眼鏡小売店に供給され、小売店において所望の眼鏡フレーム形状に合わせて加工される。したがって、本発明による累進多焦点レンズの面形状の規定においては、加工前の円形状を基準としている。そして、累進多焦点レンズの最適面形状の設計においては、使用頻度の高い中央領域ばかりでなく、使用される有効領域を含むより広い領域における面形状をも考慮して、収差のバランスを図ることが肝要である。

【0022】本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。具体的な実施例を説明する前に、まず本発明における横断面および縦断面について説明する。図4は、レンズの屈折表面 σ についての横断面曲線を説明する斜視図である。また、図5は、レンズの屈折表面 σ についての縦断面曲線を説明する斜視図である。図4および図5では、レンズの幾何中心をOGとし、幾何中心OGにおける屈折表面 σ の曲率中心をO0とし、幾何中心OGと曲率中心O0とを通る軸線をx軸としている。また、幾何中心OGにおける屈折表面 σ の曲率半径R0を半径とする球面を基準球面としている。したがって、基準球面は幾何中心OGにおいてレンズの屈折表面 σ と接している。また、基準球面の中心O0を原点として、鉛直方向にy軸を、水平方向にz軸をとっている。

【0023】本発明における「横断面曲線」とは、図4に示すように、上述の基準球面の中心O0を通りxy平面に直交する平面 π_j ($j=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)によって横断される屈折表面 σ の横断線のことである。換言すれば、本発明における「横断面曲線」は平面 π_j と屈折表面 σ との交線であり、図中横断面交線 Φ_j ($j=$

(5)

7

0, ± 1 , $\pm 2 \cdots$) として表されている。なお、本発明において横断面曲線を含む平面 π_j によって横断されるレンズの断面を「横断面」という。なお、図4において、屈折表面上の点 M_j を含む平面 π_j と、 xy 平面と屈折表面 σ との交線との交点を My とし、交点 My と曲率中心 O_0 とを結ぶ線分が x 軸となす角度を V_y としている。また、屈折表面上の点 M_j と同じ z 座標成分を有する横断面交線 Φ_0 上の点を Mz とし、点 Mz と曲率中心 O_0 とを結ぶ線分が x 軸となす角度を V_z としている。

【0024】本発明における「縦断面曲線」とは、図5に示すように、上述の基準球面の中心 O_0 を通り yz 平面に直交する平面 χ_j ($j=0, \pm 1, \pm 2 \cdots$) によって縦断される屈折表面 σ の縦断線のことである。換言すれば、本発明における「縦断面曲線」は平面 χ_j と屈折表面 σ との交線であり、図中縦断面交線 Σ_j ($j=0, \pm 1, \pm 2 \cdots$) として表されている。なお、本発明において縦断面曲線を含む平面 χ_j によって縦断されるレンズの断面を「縦断面」という。なお、図5において、屈折表面上の点 M_j を含む平面 χ_j と、 xz 平面と屈折表面 σ との交線との交点を Mz とし、交点 Mz と曲率中心 O_0 とを結ぶ線分が x 軸となす角度を V_z' としている。また、屈折表面上の点 M_j と同じ y 座標成分を有する横断面交線 Σ_0 上の点を Mz とし、点 My と曲率中心 O_0 とを結ぶ線分が x 軸となす角度を V_y' としている。

【0025】図6は、図4の yz 平面に投影した横断面交線 Φ_j および図5の yz 平面に投影した縦断面交線 Σ_j の位置を示す図であって、レンズの屈折表面における横断面交線 Φ_j および縦断面交線 Σ_j の平面的位置を示す図である。図7は、本発明の実施例にかかる累進多焦点レンズの屈折表面の曲率変化を示す図であって、図6に示す各横断面交線 $\Phi_5 \sim \Phi_{-5}$ に沿った屈折表面 σ の横方向の曲率の変化を示す図である。本発明において、屈折表面の横方向の（横断面曲線に沿った）曲率を「横方向曲率」という。図7において、縦軸には図4の角度 V_y を、横軸には図4の角度 V_z をそれぞれとっている。

【0026】すなわち、図7は、主子午線曲線 MM' と交差する11個の代表的な横断面曲線に沿った横方向曲率の変化をプロットしたものである。さらに詳細には、角度 V_y が $+20^\circ \sim -20^\circ$ の範囲で 4° ずつ変化する各横断面曲線上で、角度 V_z が $0^\circ \sim +20^\circ$ の範囲で 4° ずつ変化する各位置における横方向曲率の変化を、各横断面曲線と主子午線曲線 MM' との交点における横方向曲率に対する変化として示すものである。すなわち、図7において、縦軸および横軸はそれぞれ角度 V_y および V_z を示すが、その一方において各位置における横方向曲率の変化が基準となる横方向曲率に対して増加するときには上向きの曲線として、減少するときには下向きの曲線として示されている。

8

【0027】次に、本発明における累進多焦点レンズの設計手法について、また累進多焦点レンズの基準となる各点について説明する。図8は、累進多焦点レンズを装用した状態における眼の様子を説明する図であり、主子午線曲線に沿った断面すなわちレンズの鉛直断面の様子を示している。図示のように、眼球 O は眼球回旋点 CR を中心に回転するため、視線 p はレンズ L 上の種々の点を通過することになる。そして、近く物体を見つめるときには顔が下向きになると同時に視線も角度 α だけ下がる。このとき累進多焦点レンズを装用していれば、両眼の視線は幅狭しながらレンズ L の主子午線曲線上を中間部から近用部へ移動することになる。視覚を感じる網膜の部位で最も視力がでるのは黄斑部中心窩であり、物体を見ようとする場合、この中心窩位置に視線が合うように物体に眼を向けて、鮮明な像をこの中心窩位置に形成しなければならない。調節しないとき、この中心窩位置の物体側共役位置を調節遠点と称し、眼球が回転移動したときのこの調節遠点の軌跡 T を遠点球面と呼んでい

る。

【0028】図8は遠視眼状態を示したものであり、遠視眼の調節遠点は眼後に位置するから回旋点 CR を中心とした遠点球面 T を描くことができる。したがって、この遠点球面 T の位置に黄斑部中心窩があることと等価となる。そこで、この遠点球面 T から回旋点 CR を通り累進多焦点レンズ L へ向かう光線 p を考え、この光線 p がレンズ L で屈折されて収束する位置が物体位置となる。このとき、主子午線曲線に沿った方向の m 像（メリディオナル像）の位置と主子午線曲線に直交する方向の s 像（サジタル像）の位置とが合致していれば良好な結像状態となる。しかしながら、一般には、図示のように m 像と s 像とが一致せず、非点隔差を生ずることになる。この非点隔差の程度が著しいと、物体が流れて見え、像の歪み等の不快な視覚の原因となる。

【0029】図8に示す曲線は遠点球面 T と共役な点の変化を示しており、 m 像と s 像との平均位置を結んだ線である。そして、この曲線が、累進多焦点レンズ L のいわゆる加入度曲線に対応している。図8の場合、遠用部の屈折度数が0ディオプター（D）で近用部の屈折度数が2ディオプターであり、加入度 A_d が2ディオプターということになる。そして、 m 像と s 像との間隔 Δ がレンズの装用状態における収差としての非点隔差に対応する。このように、実際に累進多焦点レンズを装用する状態でのレンズの性能評価を行うことによって、最終的に使用状態において最良の性能を発揮することのできる累進多焦点レンズのレンズ設計を行うことが可能になる。

【0030】ところで、特定視部の中心すなわち特定中心とは、特定視部での所定の表面屈折平均度数を有する主子午線曲線上の位置であり、実用上は特定視部の測定基準点とされる点である。また、近用部の中心すなわち近用中心とは、近用部での所定の表面屈折平均度数を有

(6)

9

する主子午線曲線上の位置であり、実用上は近用部の測定基準点とされる点である。また、近用アイポイントとは、レンズを眼鏡フレームに枠入れする際に基準とされる位置であり、眼鏡フレームを装用した状態において近用視線通過位置と合致する近用基準点となる。本発明の実施例において、近用アイポイントの位置とレンズの幾何中心とを一致させているが、必ずしも一致させる必要はない。

【0031】図1は、本発明の実施例にかかる累進多焦点レンズの領域区分の概要を示す図である。図1に示すように、本実施例の累進多焦点レンズは、装用時において上方に位置する特定視部Fと、下方の近用部Nと、双方の領域の間において連続的に屈折力が変化する中間部Pとを備えている。レンズ面の形状に関しては、装用状態でレンズ面のほぼ中央を上方から下方にかけて鉛直に走る子午線に沿った断面と物体側レンズ面との交線すなわち主子午線曲線MM'がレンズの加入度などの仕様を表すための基準線として用いられている。このように対称設計された累進多焦点レンズでは、特定中心A、近用アイポイントE、近用中心Bは、主子午線曲線MM'上にある。

【0032】このように、図1の累進多焦点レンズは、主子午線曲線MM'に沿って、近景に対応する面屈折力を有する近用部Nと、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視部Fと、近用部Nと特定視部Fとの間において両領域の面屈折力を連続的に接続する中間部Pとを備えている。そして、特定中心Aよりも上方を特定視部F、近用中心Bよりも下方を近用部N、特定中心Aと近用中心Bとの間を中間部Pと考えることができる。累進多焦点レンズの屈折面上では屈折力が連続的に変化しており各領域を明確に区分することができないが、レンズの構造を考える上で有効な手段として図1のような領域区分が一般的に採用されている。

【0033】図2は、本実施例の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を示す図である。図2において、縦軸は累進多焦点レンズの主子午線曲線を、横軸は主子午線曲線上の屈折度数（単位D：ディオプター）をそれぞれ示している。図2に示すように、主子午線曲線上の表面屈折力の平均度数は、特定中心Aから近用アイポイントEを経由して近用中心Bまで連続的に且つ滑らかに接続するように構成されている。

【0034】本実施例の累進多焦点レンズでは、近用アイポイントEから近用中心Bまでの主子午線曲線に沿った距離は5mmである。また、近用アイポイントEから特定中心Aまでの主子午線曲線に沿った距離は14mmである。したがって、特定中心Aから近用中心Bまでの主子午線曲線に沿った距離すなわち累進帯の長さは19mmである。また、図2を参照すると、本実施例の累進多焦点レンズでは、特定視部Fの平均屈折度数（ベース

10

カーブ）が3.5ディオプターで、加入度Adが1.5ディオプターである。したがって、図示のように、特定中心Aにおける屈折度数は3.5ディオプターであり、近用中心Bにおける屈折度数は5.0ディオプターである。

【0035】また、図7に示すように、本実施例の累進多焦点レンズでは、特定視部Fの中央部から上部（Vyが $12^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲）において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って主子午線曲線MM'との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が増加する非円形状である。また、特定視部Fの下部（Vyが 8° ）において屈折表面の横断面形状は、主子午線曲線MM'との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が増加した後にほぼ一定となる非円形状となっている。

【0036】一方、中間部Pの上部（Vyが 4° ）において、屈折表面の横断面形状がほぼ円形状（横断面曲線に沿って横方向曲率の値がほぼ一定）となる領域が存在する。また、中間部Pの下部（Vyが 0° ）において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って主子午線曲線MM'との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が減少した後に増加する非円形状である。

【0037】そして、近用部Nの上部から下部（Vyが $-4^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲）において屈折表面の横断面形状は、横断面曲線に沿って主子午線曲線MM'との交点から遠ざかるにしたがって横方向曲率の値が減少した後に増加する非円形状であり、その減少率および増加率は上部から下部に向かって減少している。なお、中間部Pの下部から近用部Nの下部（Vyが $0^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲）において、横方向曲率の値が減少から増加に転ずる位置は、累進多焦点レンズの半径をWとするとき、実用的には主子午線曲線から横断面曲線に沿って $W/2 \sim 4W/5$ だけ離れていることが有効である。

【0038】上述のような横断面曲線に沿った横方向曲率の変化について、特定視部Fの中央部から上部における側方領域での曲率は、その横断面と主子午線曲線との交点における基準の曲率に対して平均で約18%増加している。また、特定視部Fの下部における横方向曲率の値は増加した後にほぼ一定となるが、その側方領域での曲率は、その横断面と主子午線曲線との交点における基準の曲率に対して平均で約15%増加している。さらに、中間部Pの下部における横方向曲率の値は減少した後に増加するが、その極小値はその横断面と主子午線曲線との交点における基準の曲率に対して約17%減少している。また、近用部Nの上部から下部における横方向曲率の値は減少した後に増加するが、その極小値はその横断面と主子午線曲線との交点における基準の曲率に対して平均で約28%減少している。

【0039】図9は、本実施例の累進多焦点レンズの横方向の曲率に対応する横方向の屈折力について縦断面交

11

線に沿った変化を示す図である。すなわち、図9は、図5の縦断面交線 Σj に沿った屈折表面 σ の横方向の屈折力をプロットした図であり、屈折表面 σ の横方向曲率の縦方向の変化を示すものである。これらの曲線は、種々の縦断面交線(Σj)に沿った加入度曲線でもある。ここで、曲率半径と屈折力とは密接な関係にあり、曲率半径を R とし、レンズの屈折率を n とすると、曲率 ρ は、次の式(a)で表される。

$$\rho = 1/R \quad (a)$$

また、屈折力 D は、次の式(b)で表される。

$$D = (n-1)/R = (n-1)\rho \quad (b)$$

そして、曲率半径 R をメートル単位とする場合に、屈折力 D はディオプター単位で表される。

【0040】図9において、縦断面交線 $\Sigma 0$ は主子午線曲線 MM' ($Vz' = 0^\circ$)に相当し、この主子午線曲線 MM' に沿った横方向の屈折力の変化を曲線 $e0$ で示している。そして、縦断面交線 $\Sigma 1$ 、 $\Sigma 2$ 、 $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 4$ および $\Sigma 5$ は $Vz' = 4^\circ$ 、 8° 、 12° 、 16° および 20° にそれぞれ対応し、各縦断面交線に沿った横方向の屈折力の変化を曲線 $e1$ 、 $e2$ 、 $e3$ 、 $e4$ および $e5$ で示している。ここで、 $Vz' = 20^\circ$ が累進多焦点レンズとして最大有効径(半径) W にほぼ対応するものとすれば、 $\Sigma 1$ 、 $\Sigma 2$ 、 $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 4$ および $\Sigma 5$ の位置は、 $W/5$ 、 $2W/5$ 、 $3W/5$ 、 $4W/5$ および W の位置にそれぞれ対応することになる。

【0041】図9に示すように、特定視部 F の上部から中間部 P の上部において、主子午線曲線上の屈折力($e0$)よりもレンズの側縁部($\Sigma 5$)における屈折力($e5$)の方が大きい。そして、特定視部 F の上部から中間部 P の上部において、各曲線 $e1$ 、 $e2$ 、 $e3$ および $e4$ が曲線 $e0$ と $e5$ との間に存在し、主子午線曲線から横方向へ離れるにしたがって屈折力が大きくなっていることがわかる。また、中間部 P の上部のある点において、これらの屈折力が互いにほぼ等しくなっている。一方、中間部 P の下部においては、主子午線曲線上の屈折力($e0$)が最も大きく、主子午線曲線から横方向に $W/5$ だけ離れた位置の屈折力($e1$)が次に大きい。主子午線曲線から横方向に $2W/5$ 、 $3W/5$ および $4W/5$ だけ離れた位置の屈折力($e2$ 、 $e3$ および $e4$)は、レンズの側縁部($\Sigma 5$)における屈折力($e5$)よりも小さくなっている。

【0042】近用部 N においては、主子午線曲線上の屈折力($e0$)が最も大きく、所定の加入度をもって増大した後に近用部 N の上部で減少傾向となる。近用部 N の側方領域においては、主子午線曲線から横方向に $3W/5$ および $4W/5$ だけ離れた位置の屈折力($e3$ および $e4$)が近用部 N の上部から下部に向かって一旦減少した後に増加するが、他の屈折力よりも小さくなっている。これにより、レンズの側縁部($\Sigma 5$)における屈折力($e5$)が多少変動しているが、近用部 N の全体に亘

(7)

12

ってほぼ同一の屈折力となっている。また、図9に示すように、中間部 P の中央部から近用部 N において、主子午線曲線から横方向に離れた領域での横方向の面屈折力 C は、特定中心 A での表面屈折力 K (3.5ディオプター)および加入度 Ad (1.5ディオプター)に対して、 $K (= 3.5 \text{ディオプター}) \sim Ad + K (= 5 \text{ディオプター})$ の範囲内に入っている。

【0043】図10は、本実施例の累進多焦点レンズの主子午線曲線に沿った平均屈折力の分布を示す図である。上述したように、本実施例の累進多焦点レンズは、特定視部 F の平均屈折度数(ベースカーブ)が3.5ディオプターで、加入度 Ad が1.5ディオプターである。したがって、図10に示すように、特定中心 A において平均屈折度数はほぼ3.5ディオプターであり、近用中心 B において平均屈折度数は5.0ディオプターである。

【0044】図11は、本実施例の累進多焦点レンズの等非点隔差曲線図であり、図8に示す設計手法にしたがってレンズの装用状態における性能評価を行った結果を示している。図11において、等非点隔差曲線は0.5ディオプターごとの値で示されている。図11を参照すると、本実施例の累進多焦点レンズでは、非点隔差の最大値が1.0D(ディオプター)程度であり、像の揺れや歪みが少ない良好な中間視および近用視が可能であることがわかる。また、特定中心 A から近用アイポイント E までの緩やかな度数勾配および本発明にしたがう横断面形状により、特定視部 F の下部から中間部 P にかけて側方領域の等非点隔差を表す線の密度および勾配がともに減少している。

【0045】本実施例では、中間視および近用視をし易くするために、眼鏡レンズとしての装用基準となる近用アイポイント E から近用中心 B までの主子午線曲線に沿った距離を5mmと小さく設定している。このため、顔の正面を見るときにレンズの度数が中間視および中間視からやや近方視に合ったものとなり、中間視および中間視からやや近方視がし易くなっている。また、近用アイポイント E から近用中心 B までの距離を5mmと小さく設定するとともに屈折表面の横断面形状を本発明にしたがって規定することにより、図11に示すように、近用アイポイント E から近用部 N にかけて発生する収差が比較的小さく、良好な視覚特性が得られ、近用部 N の明視域をある程度広くすることができる。

【0046】また、本実施例では、近用部の上部から中間部 P のほぼ中央に至る領域の側方領域における非点収差の集中が軽減され、像の揺れや歪みなどが抑えられ、図11に示すように近用部 N および中間部 P において広い明視域を実現している。さらに、本実施例では、近用アイポイント E から近用中心 B までの距離を5mmと小さく設定するとともに屈折表面の横断面形状を本発明にしたがって規定することにより、視線を大きく下げるこ

13

となく中間視領域から近用視領域へ移行することができる。なお、図11に示すように、近用部Nにおける明視域の最大幅 W_N は約40mmであり、近用部Nにおいて従来の累進多焦点レンズに比べて十分広い明視域を確保することができる。

【0047】また、本実施例では、近用アイポイントEから特定視部Fにかけて屈折表面の横断面形状を本発明にしたがって規定することにより、近用アイポイントEから特定視部Fにかけて視覚特性が改良され、主子午線曲線の側方領域における収差集中が緩和されている。その結果、像の揺れや歪みを軽減することができ、広い明視域を確保することができる。なお、図11に示すように、特定視部Fにおける明視域の最大幅 W_F は約60mmであり、特定視部Fにおいて従来の累進多焦点レンズに比べて十分広い明視域を確保することができる。

【0048】なお、本実施例では、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を5mmと設定しているが、本発明にしたがって屈折表面の横断面形状を規定することにより、この距離を2mm～8mmに設定しても同様の効果を得ることができる。ただし、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントEから特定中心Aにかけて主子午線曲線上での屈折力が加入度A_dの約95%だけ低下することになる。その結果、近用アイポイントEから特定視部Fにかけて屈折力の変化の度合いが大きくなり、像の揺れや歪みの少ない良好な中間視状態を得ることができなくなる。さらに、特定視部Fにおいて十分広い明視域を確保することができなくなる。

【0049】また、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントEから特定視部Fまでの距離が長くなりすぎて、特定距離視状態において上目遣い気味になってしまう。一方、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を8mmよりも長くすると、視線を大きく下げなければ近用視領域に移行することができなくなる。その結果、眼精疲労を引き起こすとともに、近用部Nにおいてある程度広い明視域を確保することができなくなってしまう。

【0050】このように、屈折表面の横断面形状を本発明にしたがって規定することによって、レンズ面全体に亘る収差バランスを良好に保ち、優れた視覚特性を有する中近重視の累進多焦点レンズを実現することが可能となる。なお、本実施例では、主子午線曲線を基準として左右対称な累進多焦点レンズに本発明を適用しているが、近用部を鼻側に偏位させた非対称累進多焦点レンズにも本発明を適用することができる。

【0051】

(8)

14

【効果】以上説明したごとく、本発明によれば、目の調節力の衰退が大きい人でも長い時間に亘って快適に近方視を継続することのできる累進多焦点レンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかる累進多焦点レンズの領域区分の概要を示す図である。

【図2】本実施例の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を概略的に示す図である。

10 【図3】従来の遠近重視の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を概略的に示す図である。

【図4】レンズの屈折表面 σ についての横断面曲線を説明する斜視図である。

【図5】レンズの屈折表面 σ についての縦断面曲線を説明する斜視図である。

【図6】本発明の累進多焦点レンズを設計するための基準となる横断面および縦断面を説明する図である。

20 【図7】本発明の実施例にかかる累進多焦点レンズの屈折表面の曲率変化を示す図であって、図6に示す各横断面交線 $\Phi 5 \sim \Phi -5$ に沿った屈折表面 σ の横方向の曲率の変化を示す図である。

【図8】累進多焦点レンズを装用した状態における眼の様子を説明する図であり、主子午線曲線に沿った断面すなわちレンズの鉛直断面の様子を示している。

【図9】本実施例の累進多焦点レンズの横方向の曲率に対応する横方向の屈折力について縦断面交線に沿った変化を示す図である。

【図10】本実施例の累進多焦点レンズの主子午線曲線に沿った平均屈折力の分布を示す図である。

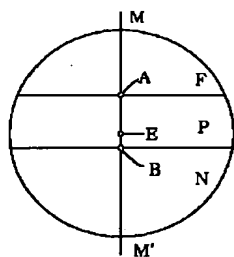
30 【図11】本実施例の累進多焦点レンズの等非点隔差曲線図である。

【符号の説明】

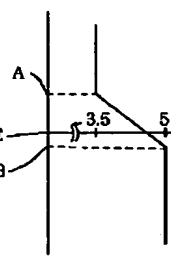
F 特定視部
N 近用部
P 中間部
A 特定中心
B 近用中心
E 近用アイポイント
MM' 主子午線曲線
40 A_d 加入度
T 遠点球面
O 眼球
CR 眼球回旋点
L レンズ
OG 幾何中心

(9)

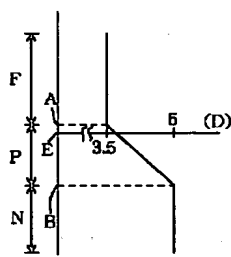
【図1】



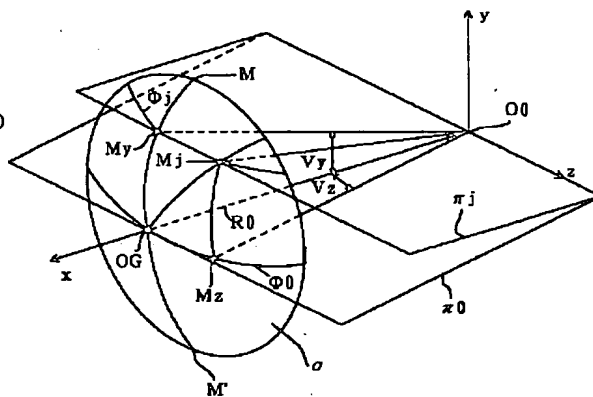
【図2】



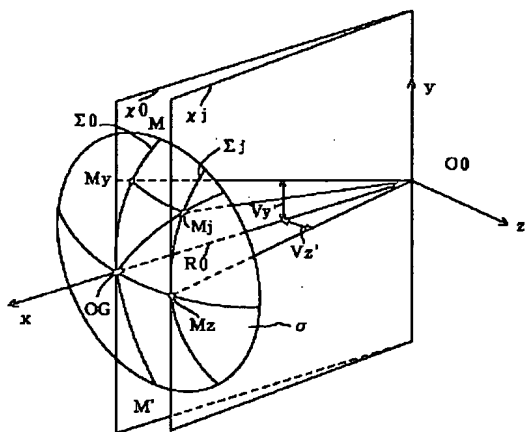
【図3】



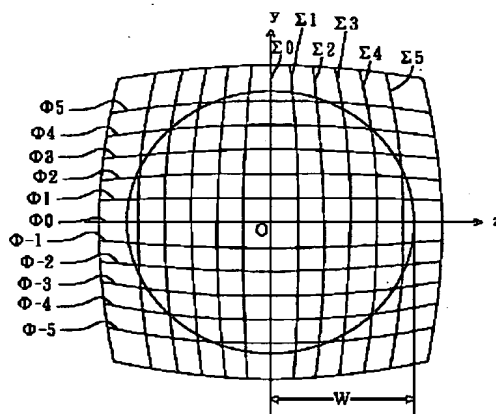
【図4】



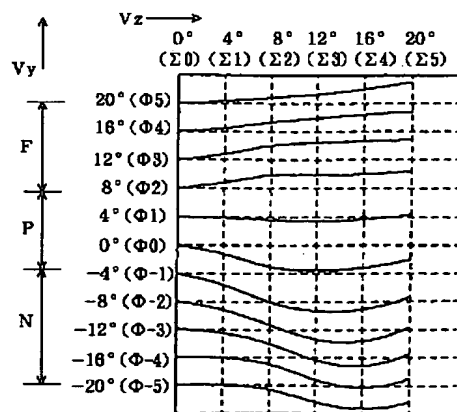
【図5】



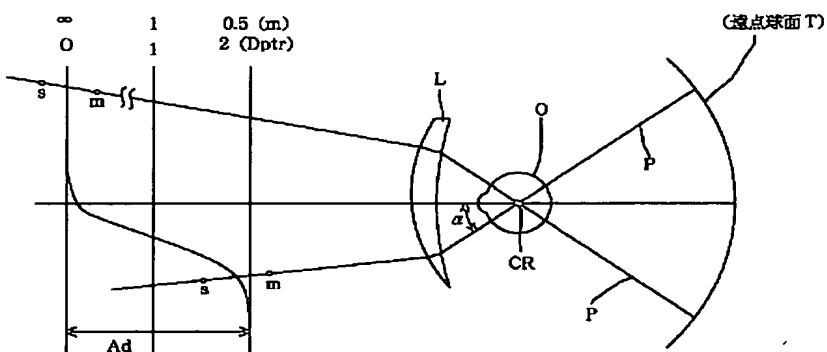
【図6】



【図7】

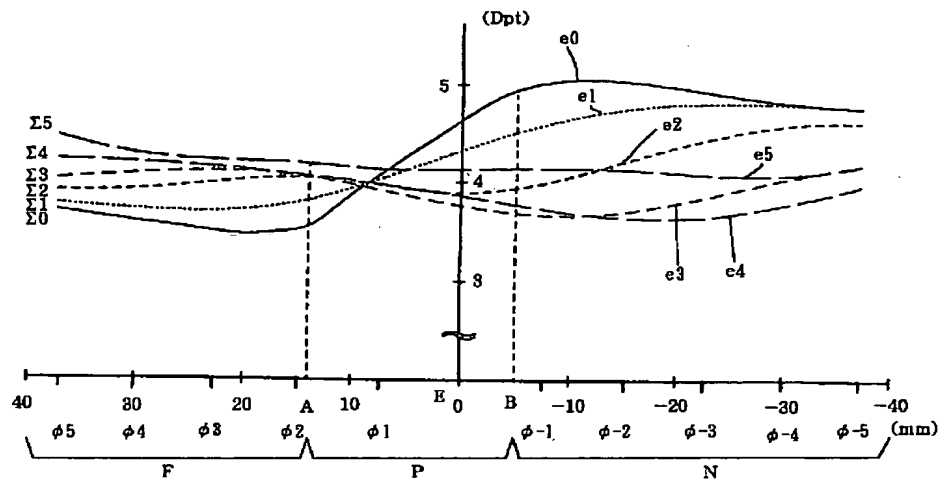


【図8】

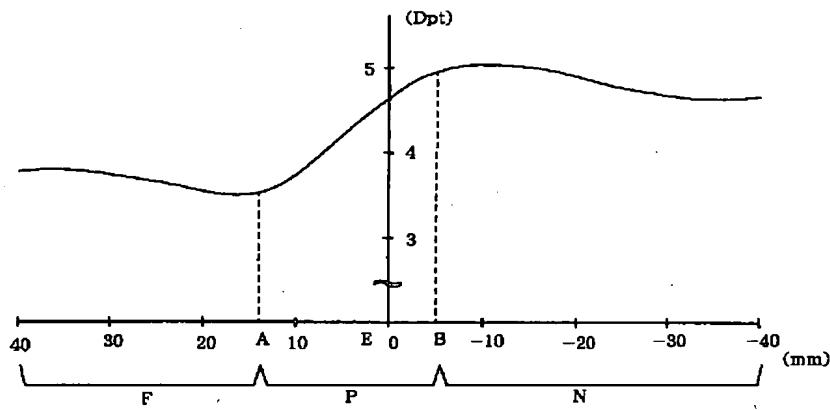


(10)

【図9】



【図10】



【図11】

